



TITLE:

1.CO_2 Sequence Laserの振動緩和過程(上智大学大学院理工学研究科物理学専攻,修士論文題目・アブストラクト(1989年度))

AUTHOR(S):

有竹, 康浩

CITATION:

有竹, 康浩. 1.CO_2 Sequence Laserの振動緩和過程(上智大学大学院理工学研究科物理学専攻,修士論文題目・アブストラクト(1989年度)). 物性研究 1990, 54(6): 793-795

ISSUE DATE:

1990-09-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/94156>

RIGHT:

○上智大学大学院理工学研究科物理学専攻

- | | |
|--|--------|
| 1. CO ₂ Sequence Laser の振動緩和過程 | 有竹 康浩 |
| 2. 微小角電子散乱における He 原子の 2 ¹ S, 2 ³ S の励起微分断面積の測定 | 広瀬 紀彦 |
| 3. アルカリ土類金属イオンの電子衝突二重及び三重電離断面積 | 池原 和子 |
| 4. 強誘電体単結晶の CCD 顕微鏡による分域観察 | 加藤 浩一郎 |
| 5. Studies on Atomic and Molecular Process | 関 丙秀 |
| 6. 走査型トンネル顕微鏡の試作 | 長尾 淳史 |
| 7. 電子衝突による希ガスの s 電子電離断面積の測定 | 長嶋 憲一 |
| 8. Na ⁺ イオンと He 原子の低エネルギー衝突による自動電離電子の角度分布 | 関 豊 |
| 9. 低エネルギー電子衝撃による Cd 原子スペクトルの偏光特性 | 鈴木 良孝 |
| 10. バルク光起電力効果を利用した光制御素子 | 谷村 径夫 |
| 11. PLZT 透明セラミックスを用いた積層型ディスプレイ素子の試作 | 常盤 光作 |
| 12. GaAs 単結晶からの光電子のエネルギー分光 | 當銘 隆 |
| 13. Auger 電子分光法に基づく Xe 4d 電子電離断面積の測定 | 渡部 敏雄 |
| 14. Mechanical Damper Using Piezoelectric Ceramics | 石井 孝明 |

1. CO₂ Sequence Laser の振動緩和過程

有 竹 康 浩

序文

CO₂ には、低い振動励起状態間で発振する最も強い Regular Band と、より高い振動励起状態間で発振する Sequence Band がある。Regular Band については、過去にも多くの実験が行なわれ、その発振機構及び緩和過程についてはよく解明されているが、Sequence Laser についてはその発振の難しさにより、未だよく解っていない。今回、CO₂ Sequence Laser の上下準位の振動緩和定数を Pulse Gain 法によって求め Regular Laser の振動緩和定数と比較することにより Sequence Laser 過程の緩和について考察を行なった、また異種ガス (He, N₂, Mix Gas) の影響による緩和時間の変化も測定した。そしてこれらの結果に対して緩和過程のモデルを設定

し Sequence Laser の発振機構の定量的な考察を行なうのを目的とした。

原理

パルスゲイン法は、1967年 P.K.Cheo et al.¹⁾ が Regular Band の振動緩和定数を求めるのに用いられて以来、多くの人々によって使われてきた。レーザー増幅管にパルス電流を流した直後に Afterglow Gain の信号が得られる。(Fig. 1) パルス放電によって励起された CO_2 分子はレーザー上下準位間に反転分布を形成する、下準位の緩和速度が上準位よりも1ケタ以上速いために反転分布数差が大きくなりこのカーブの Rise 部分は主に下準位の緩和過程によって形成される。やがてピークに達し上準位の励起分子がなくなるまで Decay が続く。Rise 部分と Decay 部分のカーブがそれぞれ Single Exponential で近似されるとし、ゲインが $1/e$ になるまでの時間 (τ) を求めることにより緩和時間を求めることができる。増幅管内のガスの圧力 (P) と $1/\tau$ の関係は

$$\frac{1}{\tau} = \frac{1}{\tau_0} + kP + \frac{a}{D^2P} \quad (1)$$

によって表される。ここで k は緩和定数、 τ_0 は自然放出寿命である。第3項は分子と管壁との衝突による項で、低圧で有効にきく項であり、今回の実験条件では無視することができる。ガス圧を変化させて測定を行ない、そのデータに (1) 式を Fitting させ直線の傾きから両 Band の分子衝突による緩和定数を求めることができる。

実験装置

Fig. 2 に装置図を示す。レーザー共振器内に Regular Laser の発振をおさえ Sequence Laser を発振させるための高温吸収セルを入れてある。レーザー管には $\text{He} : \text{N}_2 : \text{CO}_2 = 68 : 18 : 14$ 、全圧 9 Torr のガスが Flow 形式で流されている、またレーザー管と高温吸収セルの両端には ZnSe のプリュースター窓がとりつけられている。レーザー光は増幅管に通されパルス放電によって増幅され HgCdTe 検出器でパルスゲインシグナルを得る。Afterglow Gain カーブはデジタルオシロスコープによってモニターし、コンピュータにデータを取り込んだ。Fig. 1 にレーザー増幅管に $\text{CO}_2 : \text{He} = 1 : 8$ で全圧 4.1 Torr のガスを入れたときの Afterglow Gain カーブを示す。同じ条件のもとで Regular に比べ Sequence Laser の方が緩和時間が短くゲインが小さいことが解る。圧力を変えて測定を繰り返し $1/\tau$ と圧力 P の関係が直線によって Fitting されることから、分子衝突による Regular 及び Sequence 準位の緩和定数 k を求めた。

結果と考察

Fig. 3 に種々のガス組成についての $1/\tau$ と圧力 P との関係を示す。(a)、(b) の場合は上準位は Sequence の緩和時間が短くなっており Sequence Laser についての測定が困難であることがわかる。Table 1 に得られた緩和定数 k の値をまとめて示す。Regular Band についての緩和定数は文献値²⁾と比較的よい一致を示した。Sequence Band についての値は Regular Band とほぼ同じ Order の値が得られたが両 Band の定量的な考察を行うにはさらに精度を上げていく必要がある。He の圧力を変化させた場合 Sequence Band, Regular Band とともに下準位の緩和を速め、上準位は高い振動励起準位間で発振する Sequence Band の緩和定数が Regular Band に比べて大きい結果が得られた。また N_2 については上下準位とも緩和を遅くする効果があることがわかった。特に Regular Band の緩和定数が Sequence に比べ2倍ほど大きく得られたが、これは両 Band の励起及び緩和の過程の違いによるものと思われる。

又、 CO_2 だけを用いた実験では緩和定数を求めることはできなかった、しかし Regular 及び Sequence Laser の Afterglow Gain カーブ上に緩和発振³⁾を観測することが出来た。

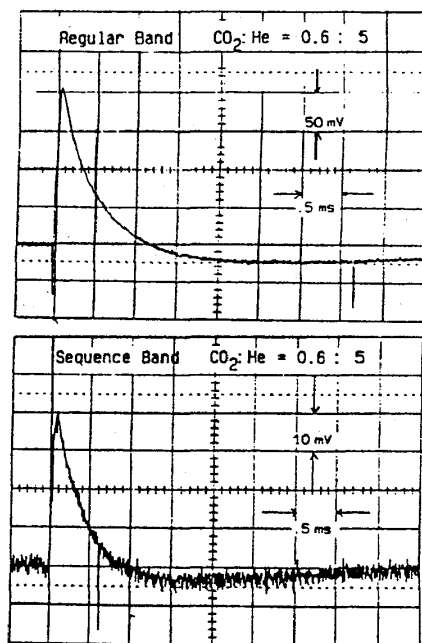
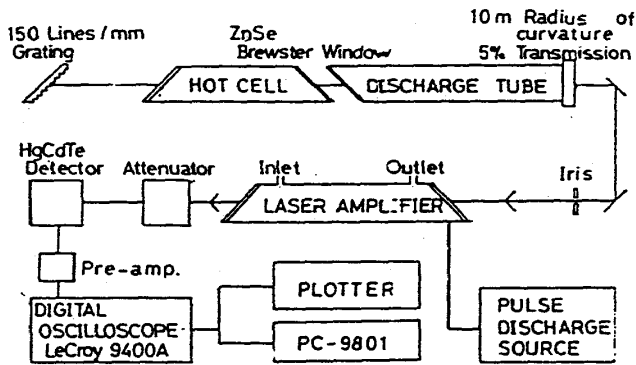


Fig.1

- 1) P.K.Cheo: J. Appl. Phys. 38(1967)3569.
- 2) P.K.Cheo: IEEE J. Quant. Electron. 4(1968)587.
- 3) Kennichi Ueda and F.O. Shimizu:
Jpn. J. Appl. Phys. 23(1984)1038.



Schematic diagram of experimental setup.

振動緩和定数表 [Torr⁻¹Sec⁻¹]

ガス	準位	Regular	Sequence
He+CO ₂	上	5.8×10^2	6.3×10^2
	下	1.0×10^4	
CO ₂ +He	上	18	1.4×10^2
	下	3.6×10^3	3.7×10^3
CO ₂ +N ₂	上	3.6×10^3	1.6×10^3
	下	2.3×10^4	1.2×10^4
Mix+CO ₂	上	1.7×10^2	
	下	1.1×10^3	
Mix+He	上	33	34
	下	4.1×10^3	4.2×10^3
Mix	上	58	1.2×10^2
	下	3.3×10^3	2.1×10^3

Fig.2

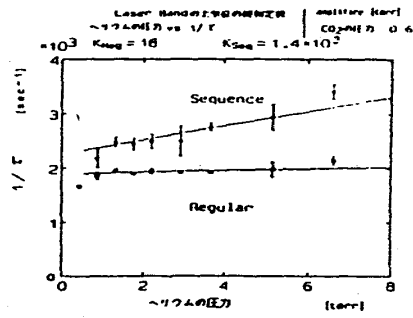
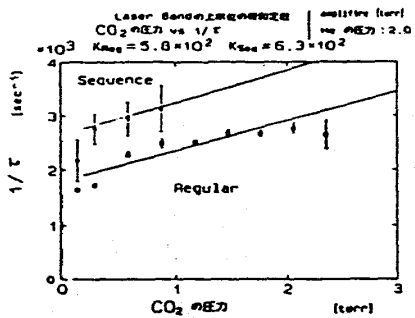
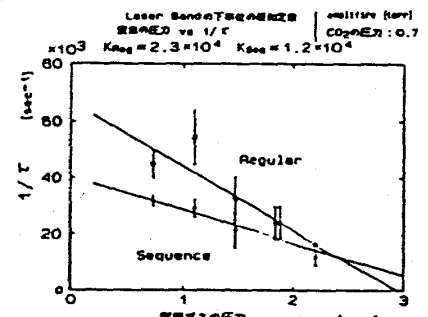
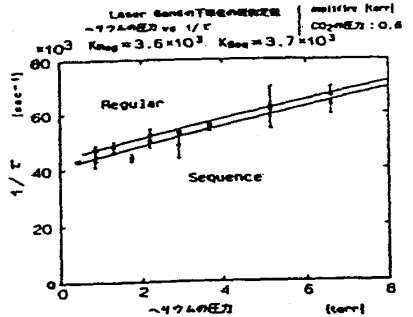
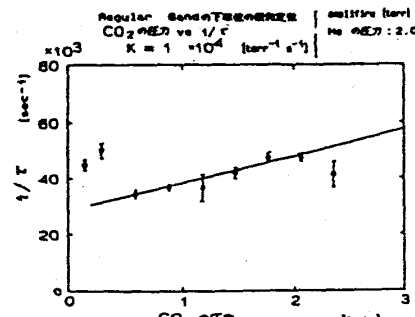
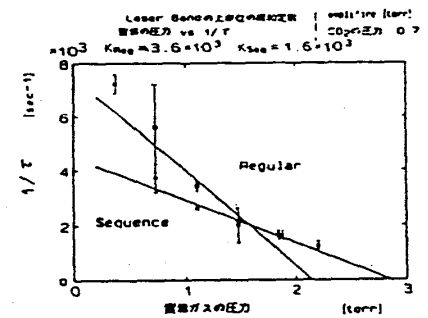


Table 1



(a)

(b) Fig.3

(c)